



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Sekiji NISHINO, et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: January 29, 2002

Examiner:

For: METHOD AND DEVICE GENERATING DATA INPUT TO AN ELECTROMAGNETIC
FIELD INTENSITY CALCULATING DEVICE

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)
herewith a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No. 2001-089735

Filed: March 27, 2001

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: January 29, 2002

By: 

James D. Halsey, Jr.
Registration No. 22,729

700 11th Street, N.W., Ste. 500
Washington, D.C. 20001
(202) 434-1500

#3

Jc072 U.S. PTO
10/057887
01/29/02

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: March 27, 2001

Application Number: Patent Application
No. 2001-089735

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

November 16, 2001

Commissioner,

Japan Patent Office Kozo Oikawa

Certificate No. 2001-3100756

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

Jc872 U.S. PTO
10/057887
01/29/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-089735

出 願 人

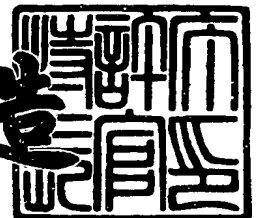
Applicant(s):

富士通株式会社

2001年11月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3100756

【書類名】 特許願

【整理番号】 0150259

【提出日】 平成13年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06F 17/50
G06F 17/00

【発明の名称】 電磁界強度算出装置への入力データ作成方法および作成装置

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 西野 関司

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 岸本 武士

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100074099

【住所又は居所】 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F

【弁理士】

【氏名又は名称】 大菅 義之

【電話番号】 03-3238-0031

【選任した代理人】

【識別番号】 100067987

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区北寺尾7-25-28-503

【弁理士】

【氏名又は名称】 久木元 彰

【電話番号】 045-573-3683

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012542

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705047

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電磁界強度算出装置への入力データ作成方法および作成装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 金属筐体を有する電気回路装置から放射される電磁界の強度を算出する電磁界強度算出装置への入力データを作成する方法において、
前記電気回路装置の三次元データから前記金属筐体の面データを抽出し、
該面データに対応する面を四角形の形状のメッシュに分割し、
該メッシュ分割データを前記電磁界強度算出装置に出力することを特徴とする電磁界強度算出装置への入力データ作成方法。

【請求項 2】 前記面データが、前記金属筐体を構成する金属板の表面、および裏面を含む複数の面データから構成される時、

該複数の面データから、前記金属板の表面、または裏面に存在する複数の面から構成される同一面のデータを抽出し、

該同一面を構成する複数の面の各面を四角形の形状のメッシュに分割することを特徴とする請求項 1 記載の電磁界強度算出装置への入力データ作成方法。

【請求項 3】 前記同一面を構成する複数の面の各面の面データとしての制御点のデータを用いて、該各面を四角形状に近似させる時、該四角形状の頂点に対応する制御点を更に抽出することを特徴とする請求項 2 記載の電磁界強度算出装置への入力データ作成方法。

【請求項 4】 前記各面を近似する四角形状の頂点に対応する制御点を 4 つの頂点とし、前記制御点のデータによって決定される平面、または曲面を対辺同士で等分割し、前記四角形状メッシュに分割することを特徴とする請求項 3 記載の電磁界強度算出装置への入力データ作成方法。

【請求項 5】 前記金属筐体の面データが複数の面に対応するデータである時、

該複数の面のそれぞれを四角形の形状のメッシュに分割し、

該複数の面のうち隣接する面で共通辺となる可能性がある 2 つの辺上の分割点の座標を比較し、

該分割点の座標があらかじめ定められた許容誤差内で一致すると判定された時、該分割点のデータを隣接する面における共有データとし、

該共有データを含むメッシュ分割データを前記電磁界強度算出装置に出力することを特徴とする請求項 1 記載の電磁界強度算出装置への入力データ作成方法。

【請求項 6】 前記金属筐体の面データに対応する面の四角形状へのメッシュ分割後に、

該全体筐体と異なる材質であり、該対応する面に重畳し、該対応する面より小さい面積の面が存在する時、該小さい面積の面の形状に目合わせして前記四角形状のメッシュを再分割し、

該再分割後のメッシュ分割データを前記電磁界強度算出装置に出力することを特徴とする請求項 1 記載の電磁界強度算出装置への入力データ作成方法。

【請求項 7】 金属筐体の有する電気回路装置から放射される電磁界の強度を算出する電磁界強度算出装置への入力データを作成する計算機によって使用される記憶媒体において、

前記金属筐体を構成する面のうちで 1 つ以上の面の指定をユーザから受取るステップと、

前記電気回路装置の三次元データから、指定された面の面データを抽出するステップと、

該面データに対応する面を四角形の形状のメッシュに分割するステップと、

該メッシュ分割データを前記電磁界強度算出装置に出力するステップとを計算機に実行させるためのプログラムを格納した計算機読出し可能可搬型記憶媒体。

【請求項 8】 金属筐体を有する電気回路装置から放射される電磁界の強度を算出する電磁界強度算出装置への入力データを作成する計算機によって使用されるプログラムにおいて、

前記金属筐体を構成する面のうちで 1 つ以上の面の指定をユーザから受取る手順と、

前記電気回路装置の三次元データから、該指定された面の面データを抽出する手順と、

該面データに対応する面を四角形の形状のメッシュに分割する手順と、

該メッシュ分割データを前記電磁界強度算出装置に出力する手順とを計算機に実行させるためのプログラム。

【請求項 9】 金属筐体を有する電気回路装置から放射される電磁界強度を算出する電磁界強度算出装置への入力データを作成する装置において、

前記電気回路装置の三次元データから、前記金属筐体の面データを抽出する面データ抽出手段と、

該面データに対応する面を四角形の形状のメッシュに分割するメッシュ分割手段と、

該メッシュ分割データを前記電磁界強度算出装置に出力する作成データ出力手段とを備えることを特徴とする電磁界強度算出装置への入力データ作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は電気回路装置から放射される電磁界強度の算出方式に係り、更に詳しくはモーメント法を用いて電気回路装置から放射される電磁界の強度を算出する電磁界強度算出装置への入力データ作成方法、および作成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

任意の形状の物体、例えば電気回路装置から放射される電磁波の電磁界強度は、物体の各部分に流れる電流が分かれば容易に計算することができる。この電流値は、理論的にはマクスウェルの電磁界方程式を与えられた境界条件の下で解くことによって与えられるが、任意の形状の物体を対象とした複雑な境界条件の下での理論的な解法は存在しない。

【0003】

従って、現在の電磁界強度算出装置で用いられている電流の計算法は全て近似的なものである。この近似的な解法として、微小ループアンテナ近似法と、分布定数線路近似法、およびモーメント法の3つが知られている。

【0004】

微小ループアンテナ近似法は、波源回路と負荷回路との間を接続する配線をル

ープアンテナとして扱い、ループ上の電流は平坦なものと仮定して、その電流を集中定数回路の計算手法で求める方法である。この方法の計算は最も簡単であるが、ループの寸法が電磁波の波長に比べて無視できない条件では精度が悪く、現実にはほとんど用いることができない。

【0005】

次に分布定数線路近似法は、一次元の構造物として近似できる物体に対して分布定数線路の方程式を適用することによって電流を求める方法である。計算は比較的簡単であり、電流を高速、かつ高精度に求めることができるが、解析対象の物体が一次元の構造物として近似できない場合、例えばプリント板や金属筐体などの任意の形状の物体については、電流を求めることができない。

【0006】

これに対してモーメント法は、マクスウェルの電磁界方程式から導かれる積分方程式の解法の1つであり、三次元の任意形状の物体を扱うことができる。モーメント法では物体は小さな要素（パッチ、またはメッシュ）に分割され、電流の計算が行われる。

【0007】

モーメント法を用いて電気回路装置から放射される電磁界の強度を算出する場合には、電気回路装置内のプリント板、ケーブル、リード、および金属筐体など全ての構成要素を組合わせて、かつ正確にモデル化することによって、電磁界強度を高精度で計算することができる。

【0008】

プリント板、ケーブル、およびリードなどのデータは、CADから三次元データや配線のデータを取り込んで、比較的容易に解析モデルを作成することができる。しかしながら電気回路装置の金属筐体などの三次元構造データに対しては、CADからデータを取り込んだ後で、モーメント法に適したメッシュ（パッチ）への分割を行ってメッシュモデルを作成する必要がある、そのモデルを正確に、かつ効率的に作成する必要がある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

このように電気回路装置の金属筐体などをモーメント法に適するメッシュに分割したい場合にも、従来は自動的な分割法としては3点で構成される三角形の形状のメッシュ（パッチ）への分割が行われていた。後述するようにモーメント法に最も適したメッシュ分割法は四角形へのメッシュ分割であり、従来は金属筐体などを4点で構成される四角形のメッシュへの分割を自動化することが困難であった。

【0010】

すなわち従来は、四角に切れないようなところや、穴のある場所については、CADのデータを手動で修正して、四角形メッシュへの分割に適した形式にCADモデルを修正する必要がある、そのための作業に手間がかかるという問題点があった。

【0011】

図35、および図36はモーメント法を用いた電流計算におけるメッシュ形状の違いの影響の説明図である。図35はメッシュ（パッチ）内での電流計算の相違の説明図であり、三角形メッシュの場合には頂点から対辺方向の電流（方向を矢印で示す）が計算されるのに対して、四角形メッシュの場合には対辺方向の電流が計算されることになる。

【0012】

図36はこのようなメッシュを組合わせた場合の全体としての電流方向の説明図である。同図（a）のように三角形のメッシュに分割した場合には、電流の流れがジグザグ、すなわち不均一となり、電流の流れる経路の長さが長くなるために、電流の伝搬遅延が発生し、モーメント法による解析精度が低下することになる。これに対して（b）のような四角形メッシュへの分割の場合には、電流がスムーズに流れ、モーメント法による解析の精度が高くなる。

【0013】

本発明の課題は、上述の問題点に鑑み、電気回路装置の金属筐体などをモーメント法の電流計算に適する四角形形状のメッシュに自動分割し、分割されたデータを電磁界強度算出装置に与えることによって、全体として電磁界強度算出の解析精度を高めると共に、その処理を効率化することである。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

図 1 は本発明の原理的な機能ブロック図である。同図は金属筐体を有する電気回路装置から放射される電磁界の強度を算出する電磁界強度算出装置への入力データの作成方法の機能ブロック図である。

【 0 0 1 5 】

図 1 において、本発明の入力データ作成方法では、1 で電気回路装置の三次元データから金属筐体の面データを抽出し、2 でその面データに対応する面を四角形の形状のメッシュに分割し、3 でそのメッシュ分割データを電磁界強度算出装置に出力する。

【 0 0 1 6 】

発明の実施の形態においては、金属筐体の面データが金属筐体を構成する金属板の表面、および裏面を含む複数の面データから構成される時には、その複数の面データから金属板の表面、または裏面に存在する複数の面から構成される同一面のデータを抽出し、その同一面を構成する各面を四角形の形状のメッシュに分割することもできる。

【 0 0 1 7 】

またその同一面を構成する各面の面データとしての制御点のデータを用いて、その各面を四角形状に近似させる時に、その四角形状の頂点に対応する制御点を抽出することもでき、更にその各面を近似する四角形状の頂点に対応する制御点を 4 つの頂点とし、制御点のデータによって決定される平面、または曲面を対辺同志で等分割し、四角形状メッシュに分割することもできる。

【 0 0 1 8 】

また発明の実施の形態においては、金属筐体の面データが複数の面に対応するデータである時に、その複数の面のそれぞれを四角形の形状のメッシュに分割し、その複数の面のうち隣接する面で共通辺となる可能性がある 2 つの辺上の分割点の座標を比較し、その分割点の座標があらかじめ定められた許容誤差内で一致すると判定された時に、その分割点のデータを隣接する面における共有データとし、その共有データを含むメッシュ分割データを電磁界強度算出装置に出力する

こともできる。

【0019】

更に実施の形態においては、金属筐体の面データに対応する面の四角形状へのメッシュ分割後に、その金属筐体と異なる材質であって、対応する面に重畳し、対応する面より小さい面積の面が存在する時、その小さい面積の面の形状に目合わせして四角形状のメッシュを再分割し、再分割後のメッシュ分割データを電磁界強度算出装置に出力することもできる。

【0020】

次に本発明における記憶媒体として、金属筐体を有する電気回路装置から放射される電磁界の強度を算出する電磁界強度算出装置への入力データを作成する計算機によって使用される記憶媒体であって、金属筐体を構成する面のうちで1つ以上の、面の指定をユーザから受取るステップと、電気回路装置の三次元データから指定された面の面データを抽出するステップと、その面データに対応する面を四角形の形状のメッシュに分割するステップと、そのメッシュ分割データを電磁界強度算出装置に出力するステップとを計算機に実行させるためのプログラムを格納した計算機読出し可能可搬型記憶媒体が用いられる。

【0021】

また本発明の電磁界強度算出装置への入力データを作成する装置において、電気回路装置の三次元データから金属筐体の面データを抽出する面データ抽出手段と、その面データに対応する面を四角形の形状のメッシュに分割するメッシュ分割手段と、そのメッシュ分割データを電磁界強度算出装置に出力する作成データ出力手段とを備える。

【0022】

以上のように本発明によれば、金属筐体を有する電気回路装置から放射される電磁界の強度を算出する電磁界強度算出装置への入力データを作成するために、金属筐体の面データに対応する面がモーメント法の計算に適した四角形の形状のメッシュに分割される。

【0023】

【発明の実施の形態】

図2は、本発明における電磁界強度算出装置と、電磁界強度算出装置への入力データを作成する入力データ作成装置との関係の説明図である。入力データ作成装置11の出力は電磁界強度算出装置12に与えられ、例えば電気回路装置から放射される電磁界の強度が算出される。

【0024】

本発明の実施形態としては、入力データ作成装置11は例えば電気回路装置の金属筐体をモーメント法の計算に適する四角形状のメッシュに分割し、そのメッシュ分割データを電磁界強度算出装置12に与えるものとして実施形態を説明するが、入力データ作成装置11は金属筐体だけでなく、電気回路装置内のプリント板、ケーブル、リードなどの構成要素に対応する入力データを作成することも当然可能である。

【0025】

電磁界強度算出装置は、例えば金属筐体に対するメッシュ分割データの入力に対応して、分割された各メッシュ（パッチ）の自己インピーダンスや、メッシュの間における相互インピーダンスなどを計算するインピーダンス計算部13、インピーダンス計算部13の計算結果と、例えばユーザから与えられる波源の電圧を用いて電気回路装置の各部における電流を計算する電流分布計算部14、求められた電流分布を用いて、例えば電気回路装置からある距離だけ離れた点における電界、磁界などを計算する電磁界計算部15によって構成されている。

【0026】

図3は本発明の実施形態における電磁界強度算出装置への入力データ作成装置の構成ブロック図である。

図3において、CADデータファイル20から三次元構造データ読み込み部21によって金属筐体の三次元構造データが読み込まれ、メモリ部22に面データとして全ての面のデータが順次格納され、かつディスプレイ表示部23によって各面の形状が表示される。例えばユーザによって、キーボード／マウス入力部24を介してメッシュ分割の対象となる面がクリック選択され、同一面の抽出処理部25に与えられる。

【0027】

同一面の抽出処理部 25 は、CAD データファイル 20 に格納されている各面のデータがブロックデータである時に、同一面の抽出を行うものである。このブロックデータでは、金属筐体を構成する各金属板について表面、裏面、および側面のデータが格納されている。この場合、金属板の表面、または裏面のいずれかのみをメッシュ分割すればよく、板厚方向の反対側の面、および側面についてはメッシュ分割が不必要であることから、表面、または裏面を構成する複数の面を同一面として抽出するものである。CAD データファイル 20 に格納されているデータが金属板の重みを無視したサーフェスデータである場合には、この抽出処理は不必要となる。同一面の抽出処理の詳細については、更に後述する。

【0028】

同一面の抽出処理部 25 の処理結果は、4 点ブロック面の抽出とメッシュ分割処理部 26 に与えられる。本実施形態では、1 つの面をできるだけ四角形で近似し、その四角形を対辺等分割で四角形状のメッシュに分割するが、4 点ブロック面抽出はこのメッシュ分割前の面の形状をできるだけ四角形に近い形になるように 4 つの頂点を抽出するものである。そして抽出された 4 点ブロック面については、例えばユーザによってキーボード/マウス入力部 24 から入力された分割長を用いて、対辺等分割が行われる。

【0029】

次に隣接面ポイント共有処理部 27 によって、隣接面の共有辺に対応する分割点の座標の比較が行われ、例えばあらかじめ定められた許容誤差内で一致すると判定された分割点が隣接面の間で共有データとされ、隣接面がつながったメッシュが作成される。

【0030】

次にメッシュ形状の目合わせ処理部 28 によって、材料の異なる面の重畳部分に対応して、メッシュの再分割が行われる。例えば金属板に穴があるような場合にも、その穴の形状に合わせてメッシュの再分割が行われる。

【0031】

作成されたメッシュデータはメッシュデータ書き込み部 29 によってメッシュデータファイル 30 に格納され、このファイルの内容が電磁界強度算出装置への

入力データとして出力され、筐体の透き間などからの電波のもれや、シールド解析などに用いられる。三次元構造データ読み込み部 21 からメッシュデータ書き込み部 29 までの処理は、必要に応じてメモリ部 22 の作業領域を用いて実行される。

【0032】

図 3 の入力データ作成装置の動作について、図 4 ～図 11 を用いて更に説明する。図 4 および図 5 は CAD データファイル 20 の格納データの例である。図 4 は金属筐体を構成する面、一般的には曲面の例であり、曲面は B スプライン曲面として、曲面の制御点によって表現される。各制御点は T 方向のパラメータ u と、S 方向のパラメータ v 、および重みによって表現される。すなわち x , y , z 座標を持つ基準点が存在し、各制御点は基準点からの面単位の (変位) 座標 u , v を持つ。

【0033】

図 5 は、図 4 に対応する CAD データのデータ構造である。このデータは B スプライン曲面の面番号から、各制御点の空間座標値 X , Y , Z などを含んでいる。

【0034】

図 6 は、4 点ブロック面の抽出とメッシュ分割処理部 26 によるメッシュ分割の説明図である。CAD データファイル 20 に格納されている三次元構造データから金属筐体の面データが抽出され、その面データに対応する面が筐体面に沿って四角形状にメッシュ分割される。この四角形としては正方形又は長方形が最適であるが、台形やひし形などであってもよい。

【0035】

図 7 は同一面の抽出処理部 25 による処理の説明図である。図 3 のキーボード / マウス入力部 24 を介して、ユーザから金属筐体を構成する複数の面のうちいずれかの面が指定 (選択) されるが、指定された面が金属筐体の表面、または裏面のいずれにあるかによって表面、または裏面に存在する同一面のデータが、同一面の抽出処理部 25 によって抽出される。

【0036】

図 8、および図 9 は 4 点ブロック面の抽出とメッシュ分割処理部 2 6 による処理の説明図である。図 8 においては、例えば図 7 で抽出された同一面を構成する各面のそれぞれを表現する制御点から、その面を四角形に近似するための 4 つの頂点となる制御点が抽出される。

【 0 0 3 7 】

図 9 においては、図 8 のようにして抽出された 4 つの制御点が四角形の 4 つの頂点とされ、この 4 つの頂点によって構成される平面、または曲面を対辺同志で等分割する処理が行われる。

【 0 0 3 8 】

図 1 0 は隣接面ポイント共有処理部 2 7 による処理の説明図である。隣接面が接続される場合の共有辺となると考えられる、それぞれの辺上にあるメッシュ分割点の座標値が許容誤差以内で同じと判断される場合、それらの面はその辺で接続されたものとみなし、分割点の共有が行われる。

【 0 0 3 9 】

図 1 1 は材質の異なる 2 つの面が重畳する場合に、メッシュ形状の目合わせ処理部 2 8 によって行われる処理の説明図である。同図において、異なる材料の面が重畳している場合に、小さい面積の面の形状に目合わせしてメッシュの再分割が行われる。例えば図 1 1 の右側で、9 つの大きな正方形のメッシュのうちで最も左上の正方形のメッシュは、3 つの長方形のメッシュに再分割されることになる。

【 0 0 4 0 】

図 1 2 は、図 3 の同一面の抽出処理部 2 5 によって実行される同一面抽出処理の詳細フローチャートである。同図において処理が開始されると、ステップ S 1 で例えばユーザによって金属筐体を構成する 1 つの面が基準面としてマウスクリックされ、ステップ S 2 で基準面の選択が行われ、ステップ S 3 で図 3 のメモリ部 2 2 から面データが出力されて、ステップ S 4 で基準面、すなわち最初の処理対象面、または処理対象面に隣接する面が抽出される。

【 0 0 4 1 】

ここではまず基準面が抽出され、ステップ S 5 でその面を重心と金属面の外側

方向への法線の算出が行われ、ステップS6でこの法線と逆方向のベクトルが算出され、ステップS7で面データを用いてその逆方向に交差する面が探索される。

【0042】

このような処理について、図13～図22を用いて説明する。図13は金属筐体の曲面の例であり、図18は平面の例である。図13の例で、上側の左側の面がユーザによって基準面としてマウスクリックされると、図14に示すように選択された基準面Aに対する法線ベクトルと、その逆方向ベクトルとが算出される。

【0043】

図12のステップS7でこの逆方向ベクトルに交差する面が探索されるが、図14では基準面Aの下側の面が探索されることになる。図12のステップS8で、その交差する面との距離があらかじめ定められた許容値以内か否かが判定され、ここでは距離は金属板の厚さであり、許容値以内と判定されたとすると、ステップS9で交差する面がすでに同一面と判断された面であるか否かが判定される。

【0044】

図13において同一面と判断されるべき面は基準面と基準面の右側の面すなわち上側の右側の面であるが、ここではまだ処理が開始されたばかりであり、交差する面は同一面と判断された面でないとは判定され、ステップS10ですでに除去された面であるか否かが判定される。ここでも交差する面はすでに除去された面ではないとは判断され、ステップS11でその面に対して除去フラグがセットされ、基準面Aの下側の面が除去される。

【0045】

そしてステップS12で処理対象面、ここでは基準面Aに対して同一面フラグがセットされ、ステップS13でその面、ここでは基準面Aがディスプレイ上でハイライト表示されて、ステップS14で基準面に対して次の隣接面があるか否かが判定される。

【0046】

図 1 5 に示すように基準面 A に対して隣接面 B が存在し、ステップ S 4 以降の処理がその隣接面を処理対象面として実行される。処理対象面 B の法線ベクトルと逆方向のベクトルと交差する面が同様に探索され、ステップ S 8 ～ステップ S 1 0 の処理を経て、ステップ S 1 1 でこの交差する面に対しても除去フラグがセットされ、処理対象面、すなわち面 B に対してステップ S 1 2 で同一面フラグがセットされ、ステップ S 1 3 でその処理対象面がハイライト表示される。

【 0 0 4 7 】

続いてステップ S 1 4 で次の隣接面があるか否かが判定される。ここで隣接面とは、直前の処理対象面に必ずしも隣接している必要はなく、まだ処理が行われていない面と考えることもでき、図 1 6 に示すように例えば側面 C が選択され、ステップ S 4 以降の処理が行われる。

【 0 0 4 8 】

前述と同様にしてステップ S 7 で逆方向ベクトルに交差する面が探索されるが、ここではその交差する面はユーザによって選択された基準面としての面 A となる。この面 A に対してはすでに同一面フラグがセットされており、ステップ S 9 ですでに同一面と判断された面と判定され、ステップ S 1 5 で処理対象面、すなわち側面 C 自身に対して除去フラグがセットされ、側面 C は除去される。

【 0 0 4 9 】

続いてステップ S 1 4 で、処理が残っている面として図 1 7 に示すように側面 D が選択され、ステップ S 4 以降の処理が実行される。ステップ S 7 で逆方向ベクトルに交差する面として探索される面は図 1 5 で説明したようにすでに除去された面であり、ステップ S 1 0 でそのことが判定されて、ステップ S 1 5 で処理対象面、すなわち側面 D も除去されて、全ての面に対する処理を終了する。前述のように基準面と同一面と判断される面は、図 1 3 の右側に示すように上側の 2 つの面となる。

【 0 0 5 0 】

図 1 8 の平面に対する処理の説明が図 1 9 ～図 2 2 であるが、図 1 4 ～図 1 7 と比較して異なる点は図 2 1、および図 2 2 の処理である。図 2 1 では左側の側面 C を処理対象面として処理が行われるが、図 1 2 のステップ S 8 で逆方向ベク

トルと交差する面、ここでは面Dとの距離が許容値より大きいと判断され、ステップS15で処理対象面、すなわち面C自体が除去されることになる。

【0051】

図12でステップS8の処理が行われないうち、または交差する面との距離が金属板の厚さよりも大きく、かつ幅（側面の間の距離）より小さく設定されていない場合には、ステップS9～S11の処理を経てステップS12で処理対象面、ここでは側面Cに同一面フラグがセットされ、側面Cが基準面Aと同一面であると判定されてしまうことになる。

【0052】

図22においては、右側の側面Dを処理対象面とする処理が実行されるが、側面Cに対すると同様に、ステップS8で交差する面との距離が許容値より大きいと判定されて、ステップS15で処理対象面、すなわち側面Dに対して除去フラグがセットされることになる。

【0053】

なお金属筐体板が図13のように曲面を有する場合には、本実施形態で説明した同一面抽出処理が正しい結果を常に生ずるとは必ずしも言えない。例えば、図14で基準面Aに対して同一面フラグがセットされた後に、図15で面Bではなく、側面Cが処理対象面とされ、かつ面Cに対する逆方向ベクトルが基準面Aではなく、面Bに交差する場合には側面Cも同一面とされる可能性がある。このように曲面の形状や、同一面を構成する各面の配置、図12のステップS8における交差する面との距離に対する許容値の設定などによっては正しい結果が得られないことに注意を要する。

【0054】

図23は図3の4点ブロック面の抽出とメッシュ分割処理部26の処理の詳細フローチャートである。同図において処理が開始されると、ステップS20におけるユーザからのメッシュの分割長入力と、ステップS21における同一面データ出力とを用いて、ステップS22で同一面から同一面を構成する複数の面の1つが取り出され、ステップS23で同一面を構成する複数の面の全てに対して処理が終了したか否かが判定され、終了していない場合には、ステップS24で取

り出された1つの面に対してその面の重心からその面を表現する複数の制御点までの距離が算出され、ステップS25で距離が1番大きい制御点が基準点とされる。

【0055】

次のステップS26～S30が4点ブロック面の抽出処理に相当するが、この処理について図24～図27の例を用いて説明する。

ステップS26で重心を中心として基準点、図24では点Aから180度の範囲内にある全ての制御点が1つずつ順次抽出される。そしてステップS27で抽出された制御点、重心、および基準点の3点から構成される三角形の面積が算出される。ステップS28で180度の範囲内にある全ての制御点が抽出されたか否かが判定され、全てが抽出されていない場合にはステップS26からの処理が繰返される。

【0056】

180度の範囲内にある全ての制御点が抽出されたと判定されると、ステップS29で面積が1番大きい三角形に対応する制御点が次の基準点とされ、ステップS30で4点ブロック面の4点、すなわち四角形の4つの頂点が基準点として抽出されたか否かが判定され、まだ抽出されていない場合にはステップS26からの処理が繰返される。

【0057】

図24ではステップS25で基準点とされた点、すなわち重心からの距離が最も遠いと判定された点Aから180度の範囲内にある全制御点として点B、C、およびDがステップS26からS28のループで順次抽出され、ステップS27でそれぞれの三角形の面積が算出され、ステップS29で面積が1番大きい三角形に対応する制御点、ここではBが次の基準点とされる。なお図24で重心を点Oとする時、三角形AOBの面積の方が、三角形AOCの面積より大きいものとする。

【0058】

図25は点Bを基準点としたステップS26～S30の処理の説明図である。重心Oを中心として基準点Bから180度の範囲内にある制御点としてC、D、

およびEが抽出され、面積の最も大きい三角形に対応する制御点Eが次の基準点とされる。

【0059】

図26においては基準点Eから180度の範囲内にある制御点の抽出が行われる。このように重心を中心として基準点から180度の範囲内にある制御点を抽出する場合、すでに基準点とされた制御点は抽出しないことにする。そこでS29で点Fが次の基準点とされるが、ステップS30ですでに4点が抽出されたと判定され、ステップS31で4つの辺の分割数が算出される。

【0060】

この分割数はステップS20でユーザから入力されたメッシュの分割長、すなわちメッシュの辺の長さに対応して算出されるが、4点ブロックとしての四角形の各辺の長さを指定された分割長で割った時に剰余が生ずる場合には、分割数に1が加算される。

【0061】

なおユーザから入力されるメッシュの分割長（メッシュの辺の長さ）はモーメント法の計算に適するように、例えば最大の周波数における波長の1/20程度とされる。また対辺の分割数が異なる場合には長い方の辺の分割数に合わせて短い辺の分割も行われる。

【0062】

そしてステップS32で、図9で説明したような対辺等分割が行われる。図9では一方の対辺は5分割され、また他方の対辺はそれぞれ3分割されている。そしてステップS33でメッシュデータの保存が行われる。メッシュデータが保存された後にステップS22で同一面のデータから残っている1つの面が取り出され、ステップS23以降の処理が実行されるが、ステップS22で残りの面が取り出せない時、すなわちステップS23で全ての面に対する処理が終了したと判定された時点で処理を終了する。

【0063】

図28、および図29は図3のメッシュデータファイル30に格納されるメッシュデータのデータ構造の説明図である。図28は金属筐体の曲面に対応する四

角形メッシュ（パッチ）の例を示し、それぞれのメッシュはメッシュ分割点に相当するポイントによって表現されている。

【 0 0 6 4 】

図 2 9 はメッシュデータ構造の例である。メッシュデータはポリゴン、すなわち多角形の頂点の座標指定データと、ポリゴン構成点の指定データとからなっている。座標指定データは、図 2 8 のポイントのそれぞれに対するポイント番号、 x 、 y 、 z の座標値から構成され、またポリゴン構成点の指定データは、1 つのポリゴン（四角形メッシュ、パッチ）に対するパッチ番号と、そのパッチの 4 つの頂点となるポイントのポイント番号から構成されている。

【 0 0 6 5 】

図 3 0 は隣接面の間におけるメッシュ分割点共有処理、すなわち図 3 の隣接面ポイント共有処理部 2 7 によると処理の詳細フローチャートである。同図において処理が開始されると、ステップ S 4 1 でメッシュデータからメッシュの分割点の座標値が取り出され、ステップ S 4 2 で全ての分割点の座標値に対する処理が終了したか否かが判定され、まだ終了していない場合にはステップ S 4 3 で隣接面を構成する分割点の座標値との間で間隔が算出され、ステップ S 4 4 でその間隔が許容値以内であるか否かが判定され、許容値より大きい場合には隣接面の他の分割点の座標値との間隔算出以降の処理が繰返される。この座標値の間の間隔の算出処理においては、図 2 9 で説明したように各分割点に対応するポイントの x 、 y 、 z 座標値がすでに求められており、この座標値を用いて間隔が算出される。

【 0 0 6 6 】

ステップ S 4 4 で座標値の間隔が許容値以内と判定されると、ステップ S 4 5 でその 2 つの分割点が共有点としてセットされ、メッシュデータとして格納される。続いてステップ S 4 1 に戻り、他のメッシュ分割点の座標値が取り出され、ステップ S 4 2 以降の処理が繰返される。ステップ S 4 1 で取り出されるべきメッシュ分割点の座標値がない場合には、ステップ S 4 2 で全ての分割点に対する処理が終了したと判定されて、ポイント共有処理を終了する。

【 0 0 6 7 】

図31はポイント共有処理の結果の例の説明図である。同図のように、2つの面のそれぞれの辺の間で、2つの辺の分割点の間隔が許容値以内であると判定されると、その2つの辺は2つの面の接続辺と判定され、その2つの辺の分割点は共有点としてセットされることになる。

【0068】

図23において4点ブロック面の4つの頂点を基準点として次々に抽出する処理を説明したが、隣接する4点ブロック面との間に共有点が存在する場合には、次の基準点としてその共有点が優先的に抽出される。

【0069】

図32は図3のメッシュ形状の目合わせ処理部28による処理の詳細フローチャートである。この処理では、異なる材料の面が重畳している場合に、それぞれの面のメッシュが目合わせされるようにメッシュの再分割が行われる。

【0070】

図33はこの目合わせの例の説明図である。同図においては、対辺がそれぞれ3分割された細い実線のメッシュの面と、その面とは材質が異なり、面積が小さく、太い実線で示される面とが重畳している。

【0071】

図33で目合わせを行うために、太い実線の面のエッジを大きな面のメッシュの端まで延長し、延長線を通るメッシュを延長線に対応して再分割することにより、目合わせを実行する。これによって再分割する前のメッシュは削除される。例えば図33で再分割する前の細い実線のメッシュのうち、最も右上のメッシュは6個のメッシュに再分割されることになる。このような目合わせの方法は、例えば金属面に穴や、すき間などがあいている場合にも適用することができ、穴やすき間が重畳するメッシュは、目合わせした後でその穴やすき間に対応するメッシュを電気伝導度0として扱うことが可能となる。

【0072】

図32において処理が開始されると、まずステップS51でメッシュデータと全ての面データから、メッシュ領域内で重畳する異なる材料の面が取り出され、ステップS52でそのような全ての面に対する処理が終了したか否かが判定され

、まだ終了していない場合にはステップ S 5 3 で重畳する面のエッジが延長され、ステップ S 5 4 でエッジの延長線上にあるメッシュが再分割され、ステップ S 5 5 で再分割されたメッシュがメッシュデータに追加され、ステップ S 5 6 で全てのエッジに対する処理が終了したか否かが判定され、まだ終了していない場合には次のエッジに対してステップ S 5 3 以降の処理が繰返される。

【 0 0 7 3 】

ステップ S 5 6 で取り出された面の全てのエッジに対する処理が終了したと判定されると、ステップ S 5 1 に戻って重畳している次の面が取り出され、ステップ S 5 2 以降の処理が繰返される。ステップ S 5 1 で重畳する次の面が取り出されなかった場合には、ステップ S 5 2 で全ての面に対する処理が終了したと判定されて、目合わせ処理を終了する。

【 0 0 7 4 】

以上説明したような電磁界強度算出装置への入力データの作成は、当然一般的なコンピュータによって実行することができる。図 3 4 はそのようなコンピュータシステムの構成ブロック図である。同図においてコンピュータ 5 1 は、本体 5 2 とメモリ 5 3 とによって構成されている。メモリ 5 3 としては、ランダムアクセスメモリ (RAM)、ハードディスク、磁気ディスクなどの各種の記憶装置を使用することができ、このようなメモリに本発明の特許請求の範囲の請求項 7、および 8 のプログラムや、図 1 2、図 2 3、図 3 0、および図 3 2 のフローチャートに示したプログラムなどが格納され、そのプログラムが本体 5 2 によって実行されることにより本実施形態における電磁界強度算出装置への入力データを作成すること、すなわち電気回路装置の金属筐体の金属面をモーメント法の計算に適する四角形状メッシュに分割し、分割後のメッシュデータを電磁界強度算出装置に出力することが可能となる。

【 0 0 7 5 】

このようなプログラムは、プログラム提供者側からネットワーク 5 4 を介して送られ、そのプログラムがコンピュータ 5 1 によって実行されることも可能である。また更にそのようなプログラムは市販され、流通している可搬型記憶媒体 5 5 に格納され、そのような可搬型記憶媒体 5 5 がコンピュータ 5 1 にロードされ

ることによっても実行可能である。可搬型記憶媒体 5 5 としては C D - R O M、フロッピーディスク、光ディスク、光磁気ディスクなど様々な形式の記憶媒体を使用することができ、そのような記憶媒体に前記のようなプログラムが格納され、そのプログラムがコンピュータ 5 1 により実行されることによって、本実施形態で説明した電磁界強度算出装置への入力データの作成が可能となる。

【 0 0 7 6 】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように、本発明によれば C A D の三次元構造データからモーメント法の計算に適した金属筐体モデル、すなわち四角形状のメッシュに分割されたモデルを、自動的、かつ高速に作成することが可能となり、そのようなモデルを電磁界強度算出装置に出力することによって、電気回路装置の金属筐体を含めた装置全体から放射される電磁界の強度を正確に計算することが可能となり、電磁界強度算出装置の実用性の向上に寄与するところが大きい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の原理的な機能ブロック図である。

【図 2】

本発明の入力データ作成装置と電磁界強度算出装置の関係を示す図である。

【図 3】

入力データ作成装置の構成を示すブロック図である。

【図 4】

C A D データファイルにおける曲面の表現方法を説明する図である。

【図 5】

C A D データファイルのデータ構造を示す図である。

【図 6】

金属筐体の筐体面の四角形状へのメッシュ分割を説明する図である。

【図 7】

金属筐体の表面、または裏面に存在する同一面を説明する図である。

【図 8】

同一面を構成する各面を表現する制御点から各面を四角形状に近似するための4つの頂点を抽出する方法の説明図である。

【図 9】

図 8 で求められた 4 つの点を頂点とする平面、または曲面を対辺同志で等分割する方法の説明図である。

【図 1 0】

隣接する面の接続辺において分割点を共有する方法を説明する図である。

【図 1 1】

異なる材料の面が重畳する場合にメッシュを再分割する方法を説明する図である。

【図 1 2】

同一面抽出処理の詳細フローチャートである。

【図 1 3】

曲面に対する同一面を説明する図である。

【図 1 4】

曲面を持つ金属板の面データから同一面を抽出する処理の経過（その 1）を説明する図である。

【図 1 5】

曲面を持つ金属板の面データから同一面を抽出する処理の経過（その 2）を説明する図である。

【図 1 6】

曲面を持つ金属板の面データから同一面を抽出する処理の経過（その 3）を説明する図である。

【図 1 7】

曲面を持つ金属板の面データから同一面を抽出する処理の経過（その 4）を説明する図である。

【図 1 8】

平面状の金属板における同一面を説明する図である。

【図 1 9】

平面状の金属板における同一面抽出処理の経過（その 1）を説明する図である。

【図 2 0】

平面上の金属板における同一面抽出処理の経過（その 2）を説明する図である。

【図 2 1】

平面上の金属板における同一面抽出処理の経過（その 3）を説明する図である。

【図 2 2】

平面上の金属板における同一面抽出処理の経過（その 4）を説明する図である。

【図 2 3】

4 点ブロック面の抽出とメッシュ分割処理の詳細フローチャートである。

【図 2 4】

4 点ブロック面の抽出例を説明する図（その 1）である。

【図 2 5】

4 点ブロック面の抽出例を説明する図（その 2）である。

【図 2 6】

4 点ブロック面の抽出例を説明する図（その 3）である。

【図 2 7】

4 点ブロック面の抽出例を説明する図（その 4）である。

【図 2 8】

メッシュ分割データにおける曲面の表現方法を説明する図である。

【図 2 9】

メッシュ分割データのデータ構造を示す図である。

【図 3 0】

隣接面ポイント共有処理の詳細フローチャートである。

【図 3 1】

隣接面ポイント共有処理の具体例の説明図である。

【図 3 2】

メッシュ形状の目合わせ処理の詳細フローチャートである。

【図 3 3】

メッシュ形状の目合わせの例を説明する図である。

【図 3 4】

本実施形態におけるプログラムのコンピュータへのローディングを説明する図である。

【図 3 5】

メッシュ形状による電流計算の相違を説明する図である。

【図 3 6】

三角形メッシュと四角形メッシュとにおける電流方向の相違を説明する図である。

【符号の説明】

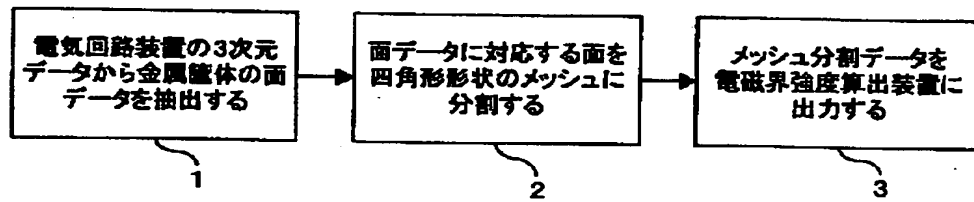
- | | |
|-----|----------------------|
| 1 1 | 入力データ作成装置 |
| 1 2 | 電磁界強度算出装置 |
| 1 3 | インピーダンス計算部 |
| 1 4 | 電流分布計算部 |
| 1 5 | 電磁界計算部 |
| 2 0 | CADデータファイル |
| 2 1 | 三次元構造データ読み込み部 |
| 2 2 | メモリ部 |
| 2 3 | ディスプレイ表示部 |
| 2 4 | キーボード／マウス入力部 |
| 2 5 | 同一面の抽出処理部 |
| 2 6 | 4点ブロック面の抽出とメッシュ分割処理部 |
| 2 7 | 隣接面ポイント共有処理部 |
| 2 8 | メッシュ形状の目合わせ処理部 |
| 2 9 | メッシュデータ書き込み部 |
| 3 0 | メッシュデータファイル |

特 2 0 0 1 - 0 8 9 7 3 5

【書類名】 図面

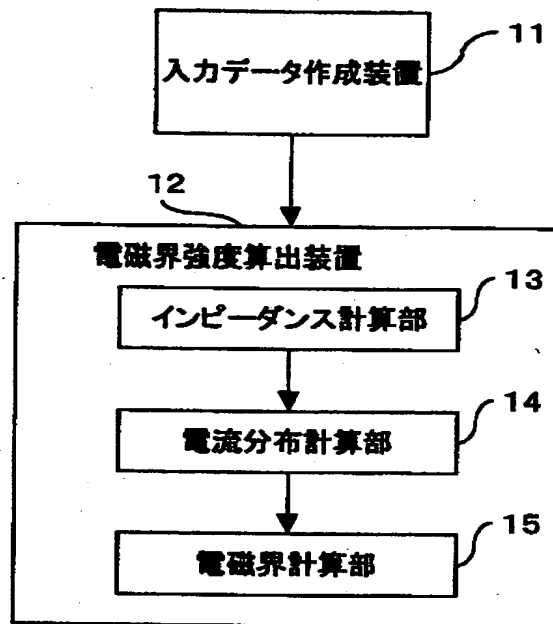
【図 1】

本発明の原理的な機能ブロック図



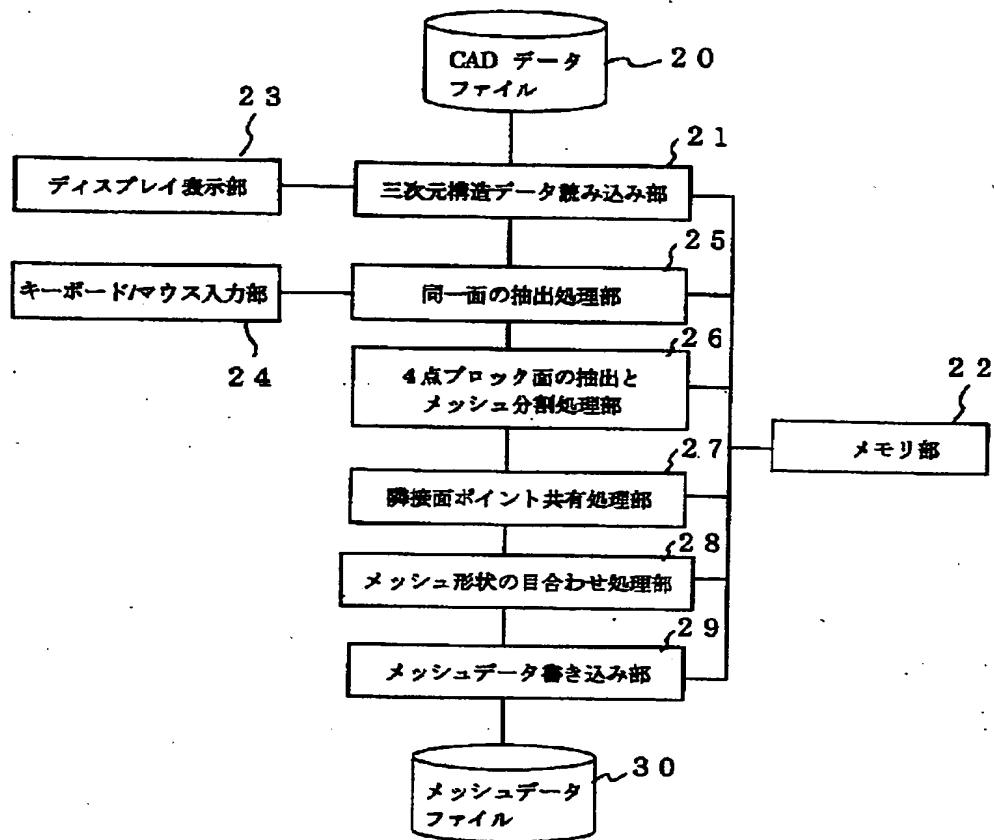
【図2】

本発明の入力データ作成装置と電磁界強度
算出装置の関係を示す図



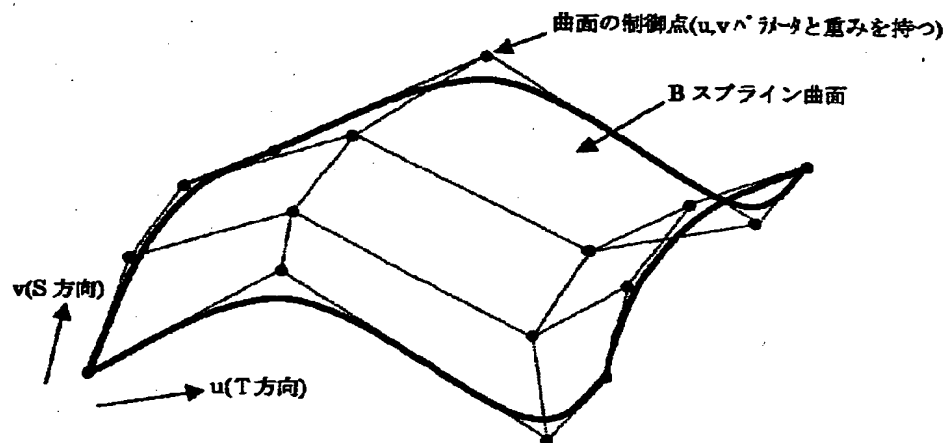
【図 3】

入力データ作成装置の構成を示すブロック図



【図4】

CADデータファイルにおける曲面の表現方法を説明する図



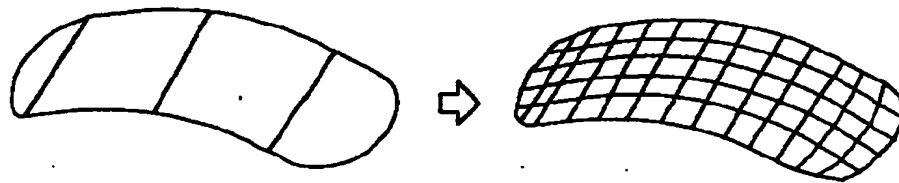
【図5】

CADデータファイルのデータ構造を示す図

名称	概要
Entity ID	Bスプライン曲面の面番号
K1	S方向の総和記号の上側添字
K2	T方向の総和記号の上側添字
M1	基底関数の次数
M2	基底関数の次数
PROP1	曲面の状態を示すパラメータ1
PROP2	曲面の状態を示すパラメータ2
PROP3	曲面の状態を示すパラメータ3
PROP4	曲面の状態を示すパラメータ4
PROP5	曲面の状態を示すパラメータ5
S(-M1)	S方向のノットシーケンス値
～	
T(-M2)	T方向のノットシーケンス値
～	
W(0,0)	重み
～	
X(0,0)	各制御点の空間座標値 (X)
Y(0,0)	各制御点の空間座標値 (Y)
Z(0,0)	各制御点の空間座標値 (Z)
～	
U(0)	S方向の開始値
U(1)	S方向の終了値
V(0)	T方向の開始値
V(1)	T方向の終了値

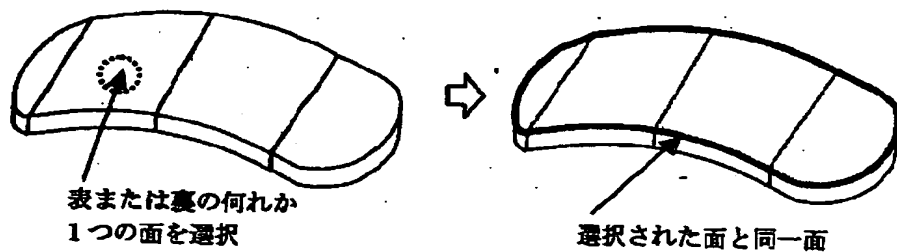
【図6】

金属筐体の筐体面の四角形状への
メッシュ分割を説明する図



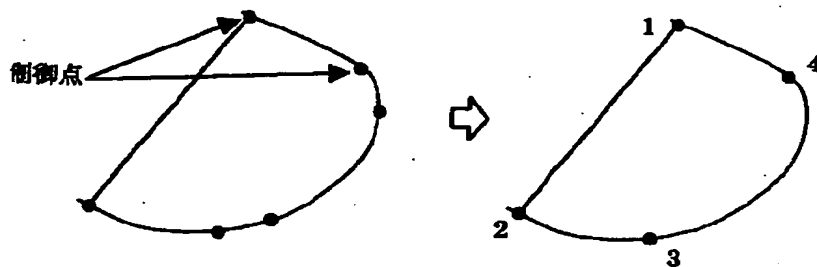
【図7】

金属筐体の表面、または裏面に存在する
同一面を説明する図



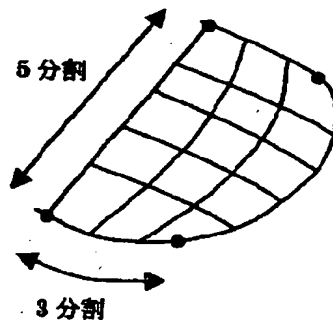
【図 8】

同一面を構成する各面を表現する制御点から
各面を四角形状に近似するための4つの頂点
を抽出する方法の説明図



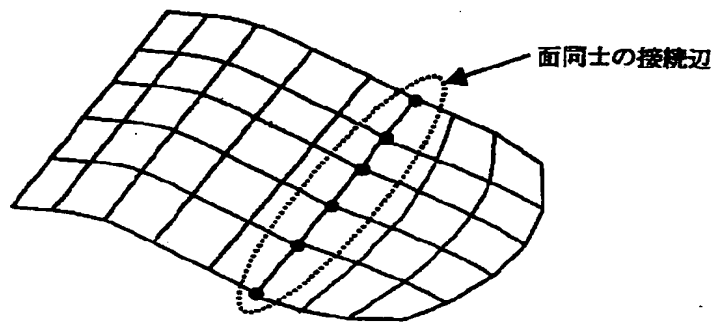
【図 9】

図 8 で求められた 4 つの点を頂点とする
平面、または曲面を対辺同志で等分割
する方法の説明図



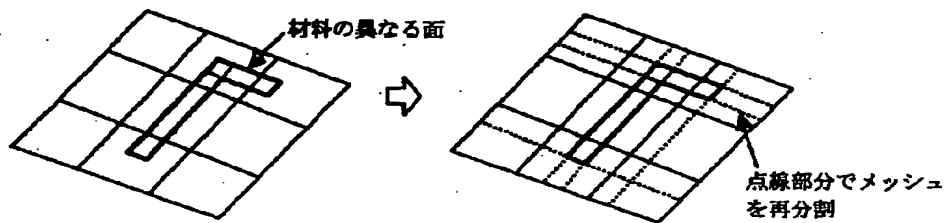
【図 10】

隣接する面の接続辺において分割点を共有する方法を説明する図



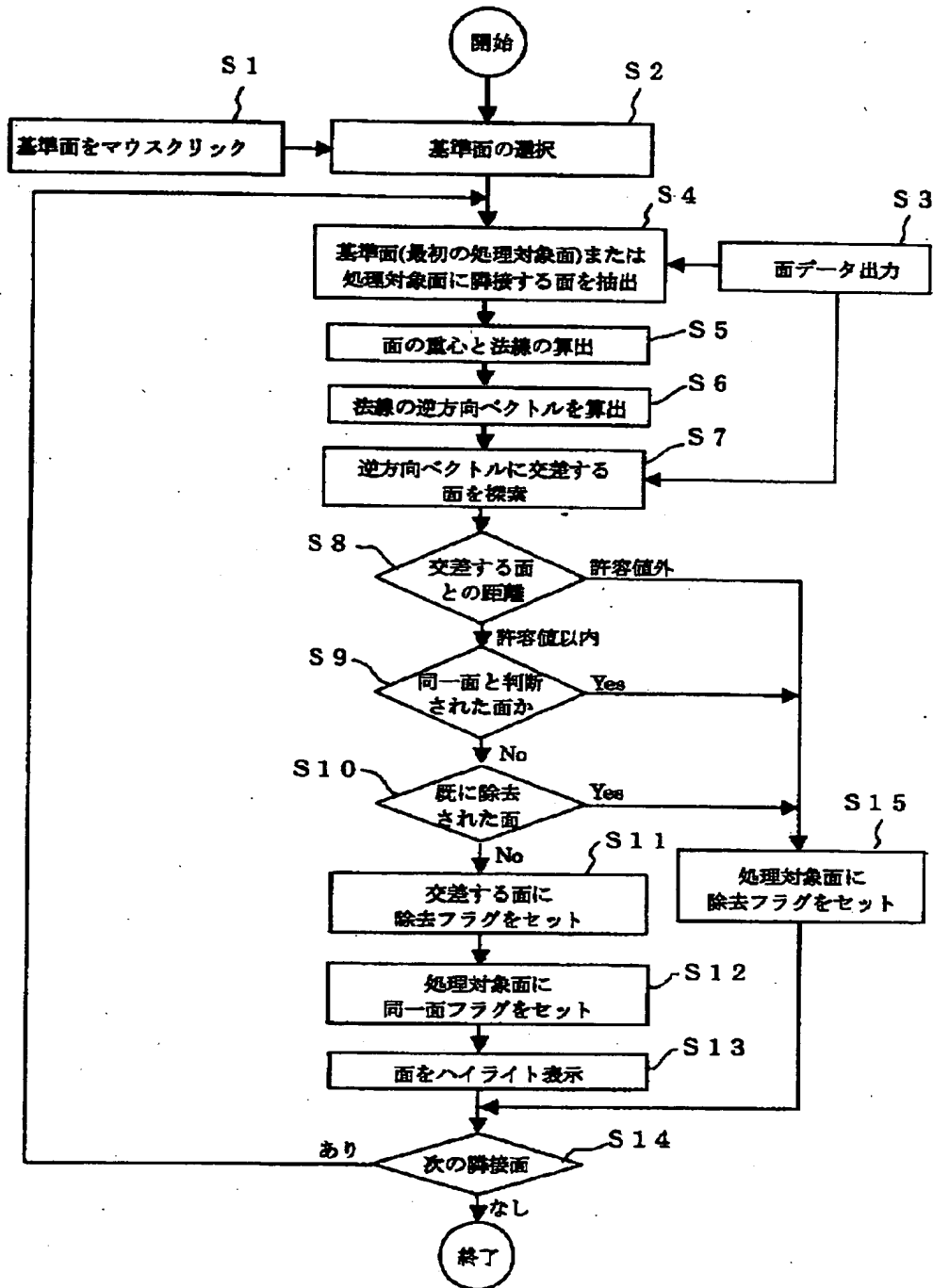
【図 11】

異なる材料の面が重畳する場合にメッシュを再分割する方法を説明する図



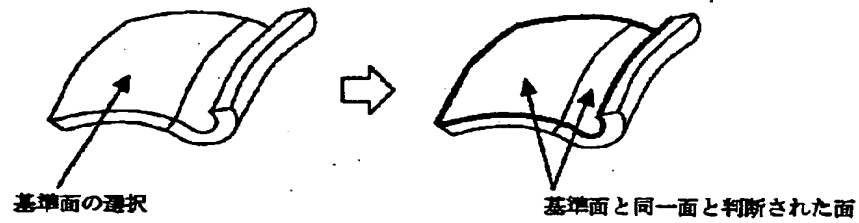
【図12】

同一面抽出処理の詳細フローチャート



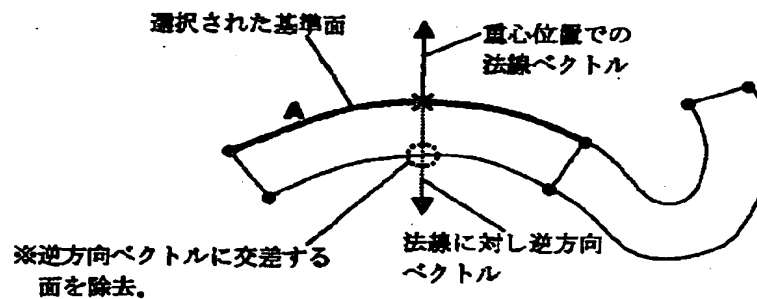
【図13】

曲面に対する同一面を説明する図



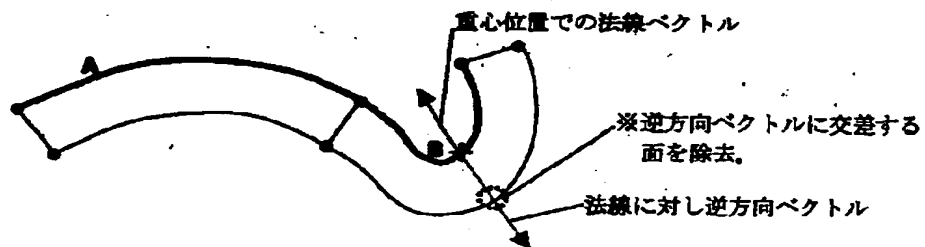
【図14】

曲面を持つ金属板の面データから同一面を抽出する
処理の経過(その1)を説明する図



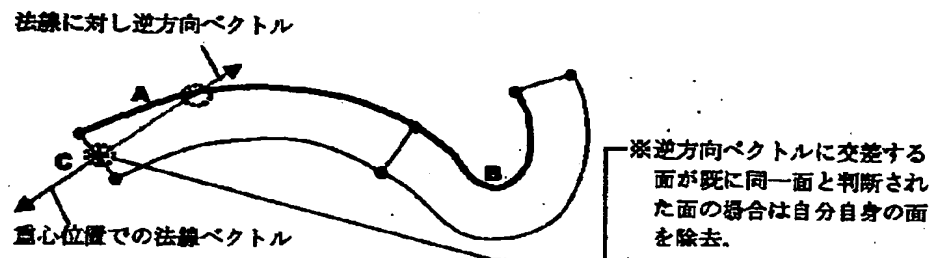
【図 15】

曲面を持つ金属板の面データから同一面を抽出する
処理の経過(その2)を説明する図



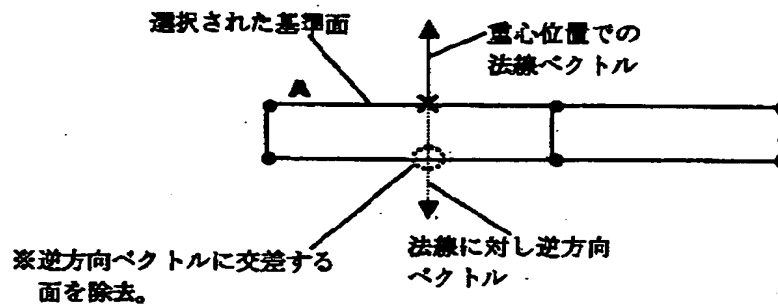
【図 16】

曲面を持つ金属板の面データから同一面を抽出する
処理の経過(その3)を説明する図



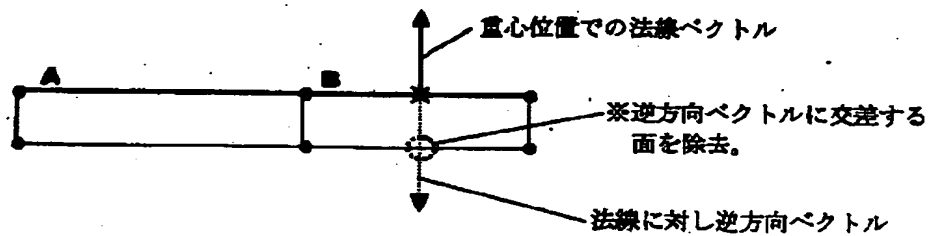
【図 1 9】

平面状の金属板における同一面抽出処理の
経過(その1)を説明する図



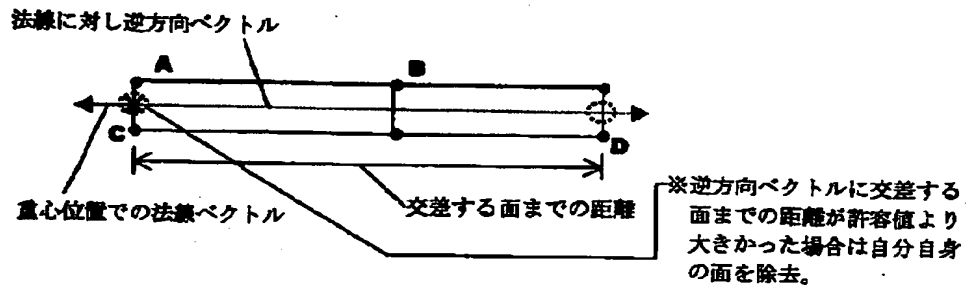
【図 2 0】

平面上の金属板における同一面抽出処理の
経過(その2)を説明する図



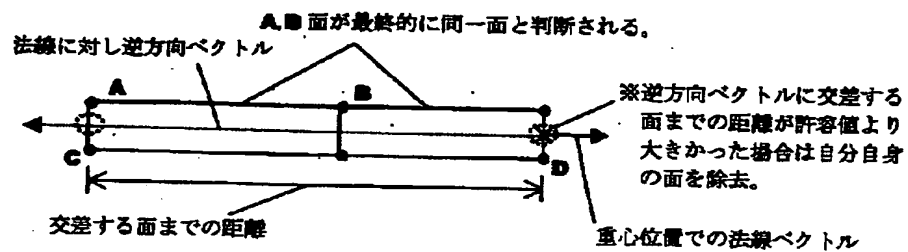
【図 2 1】

平面上の金属板における同一面抽出処理の経過(その3)
を説明する図



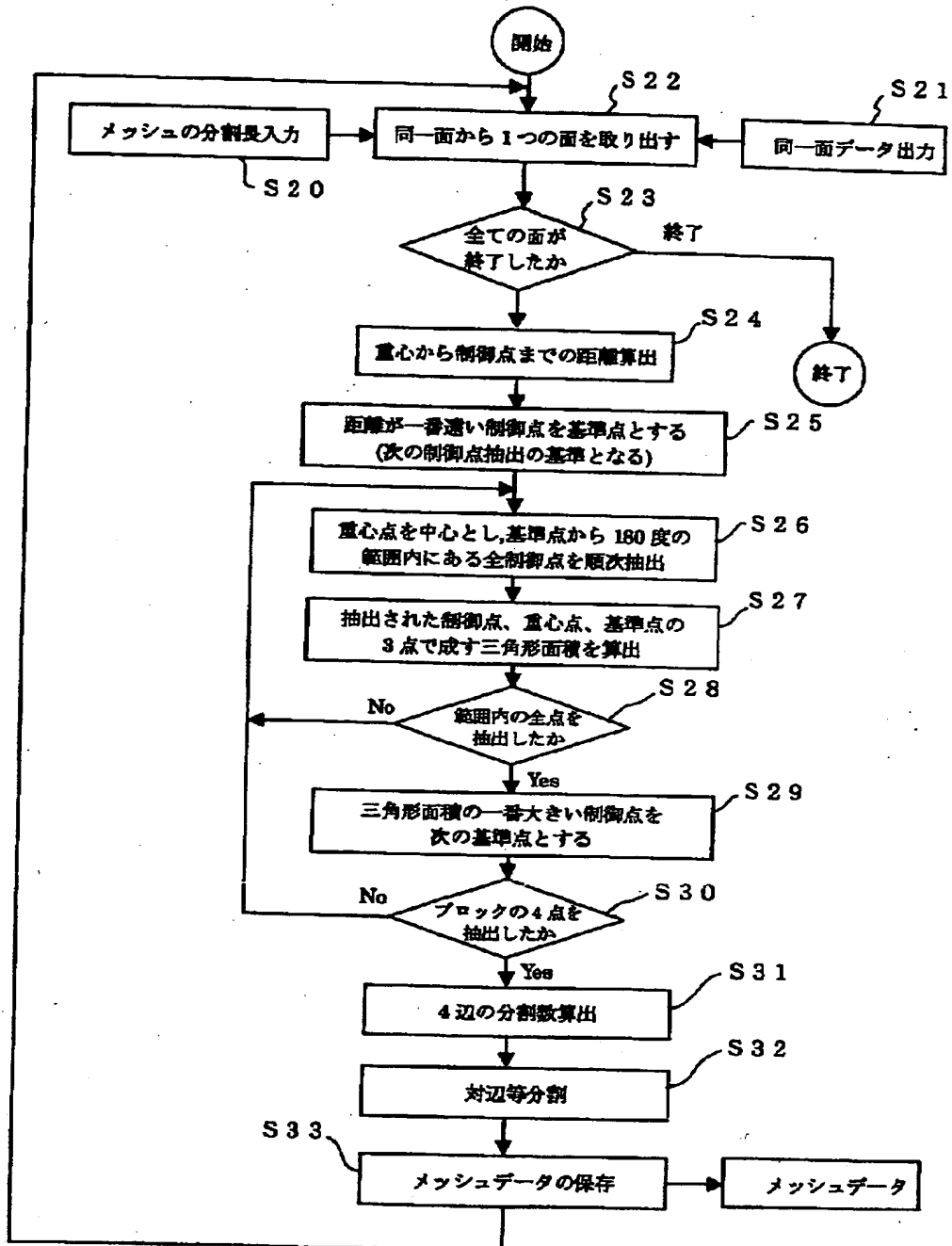
【図 2 2】

平面上の金属板における同一面抽出処理の経過
(その4)を説明する図



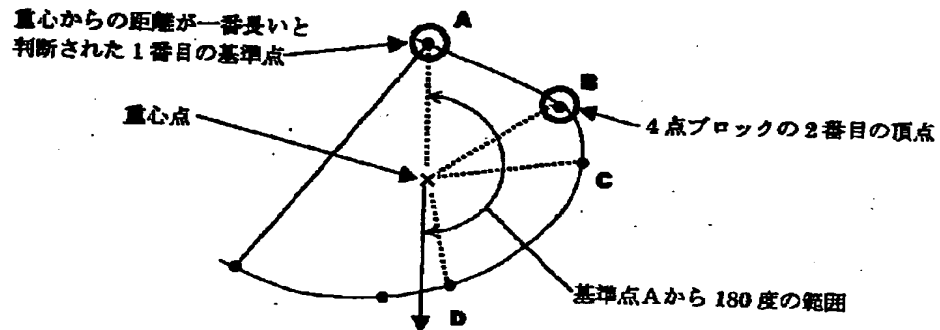
【図 23】

4点ブロック面の抽出とメッシュ分割処理の詳細フローチャート



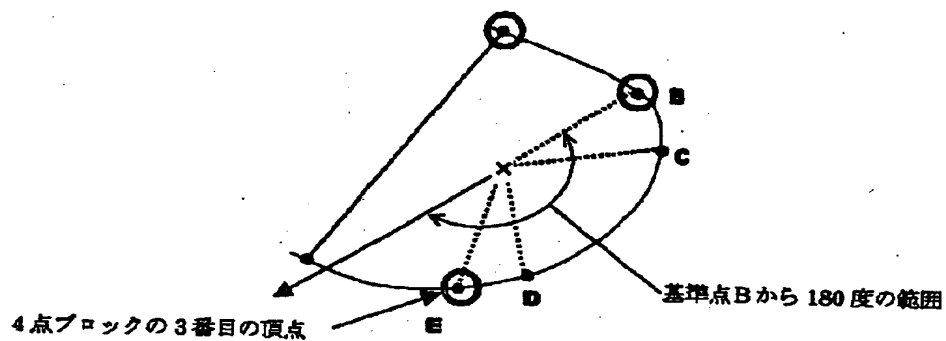
【図 24】

4点ブロック面の抽出例を説明する図(その1)



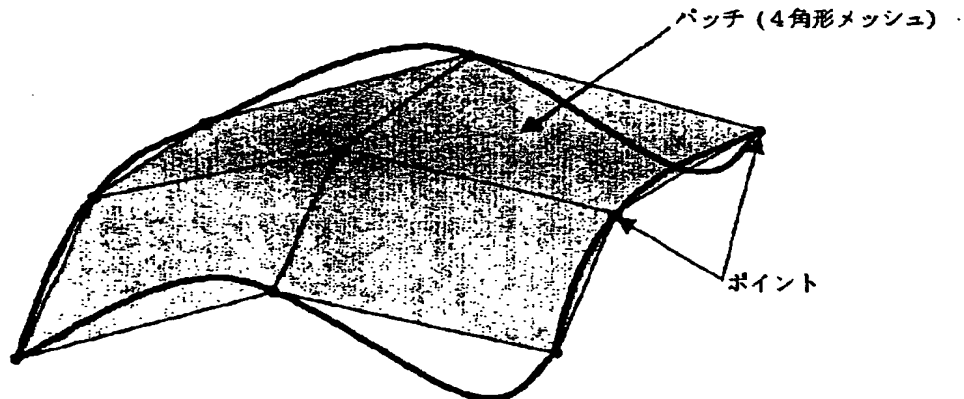
【図 25】

4点ブロック面の抽出例を説明する図(その2)



【図28】

メッシュ分割データにおける曲面の表現方法を説明する図



【図 2 9】

メッシュ分割データのデータ構造を示す図

ポリゴン頂点の座標指定データ：\$point

<キーワード・ステートメント>

\$point

<データ・ステートメント>

Point no.	ポイント番号
X	x座標値
Y	y座標値
Z	z座標値

<記述例>

```
$point
1      0.035  0.012  0.8
```

ポリゴン構成点の指定データ：\$patch

<キーワード・ステートメント>

\$patch

<データ・ステートメント>

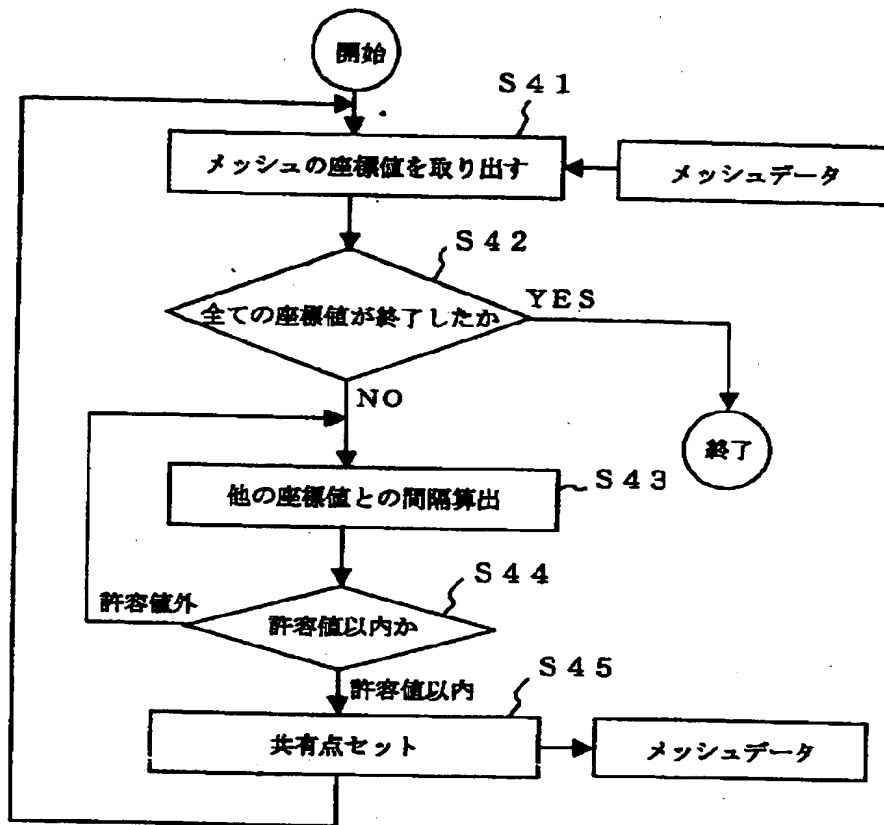
Patch no.	パッチ番号
Point 1	パッチの第 1 構成点となるポイント番号
Point 2	パッチの第 2 構成点となるポイント番号
Point 3	パッチの第 3 構成点となるポイント番号
Point 4	パッチの第 4 構成点となるポイント番号

<記述例>

```
$patch
1      10      11      12      13
```

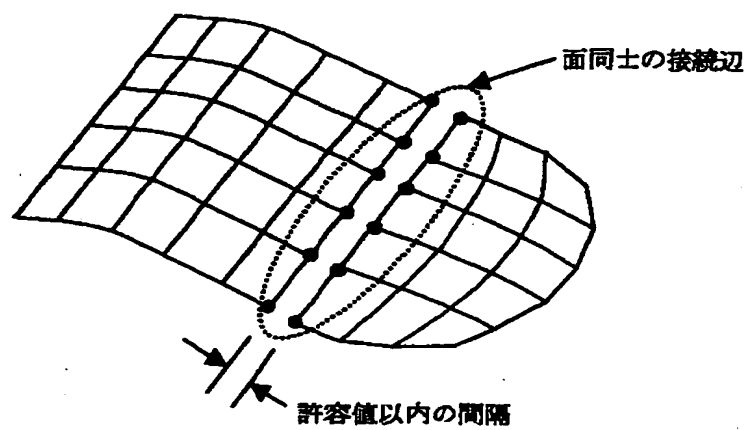

【図30】

隣接面ポイント共有処理の詳細フローチャート



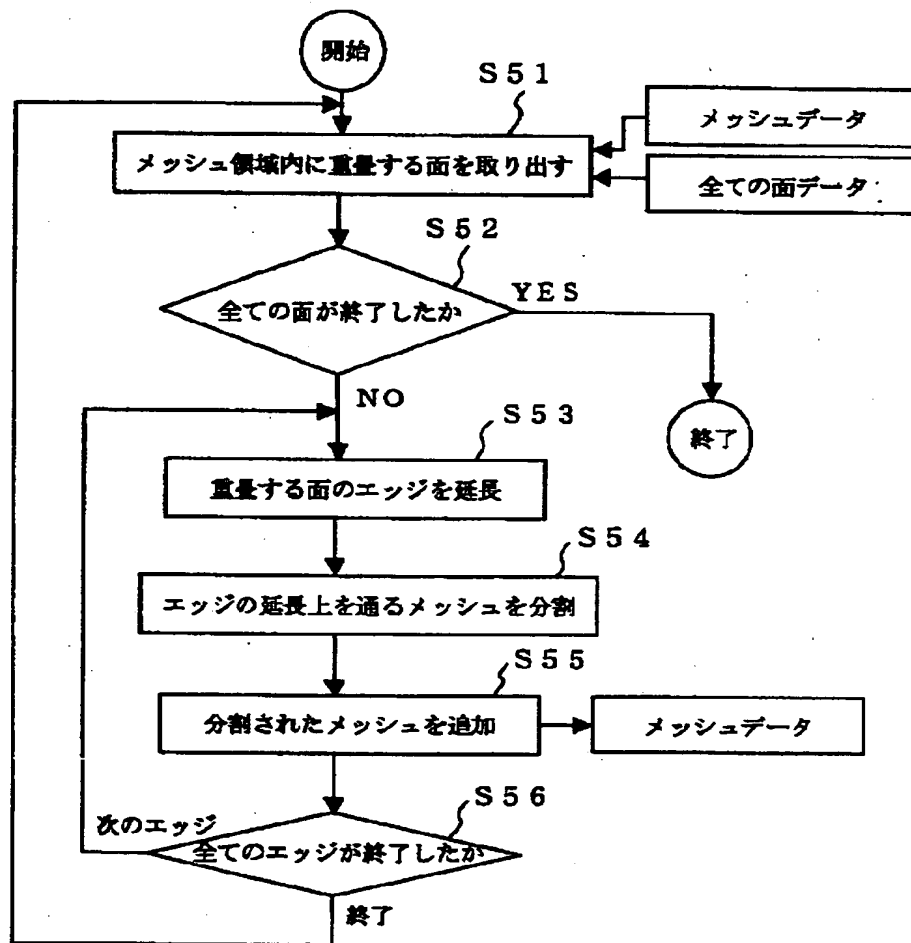
【図 31】

隣接面ポイント共有処理の具体例の説明図



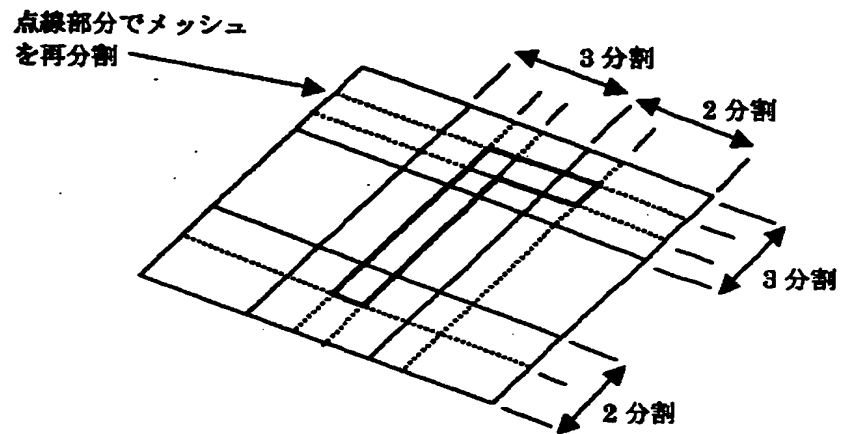
【図 3 2】

メッシュ形状の目合わせ処理の詳細フローチャート



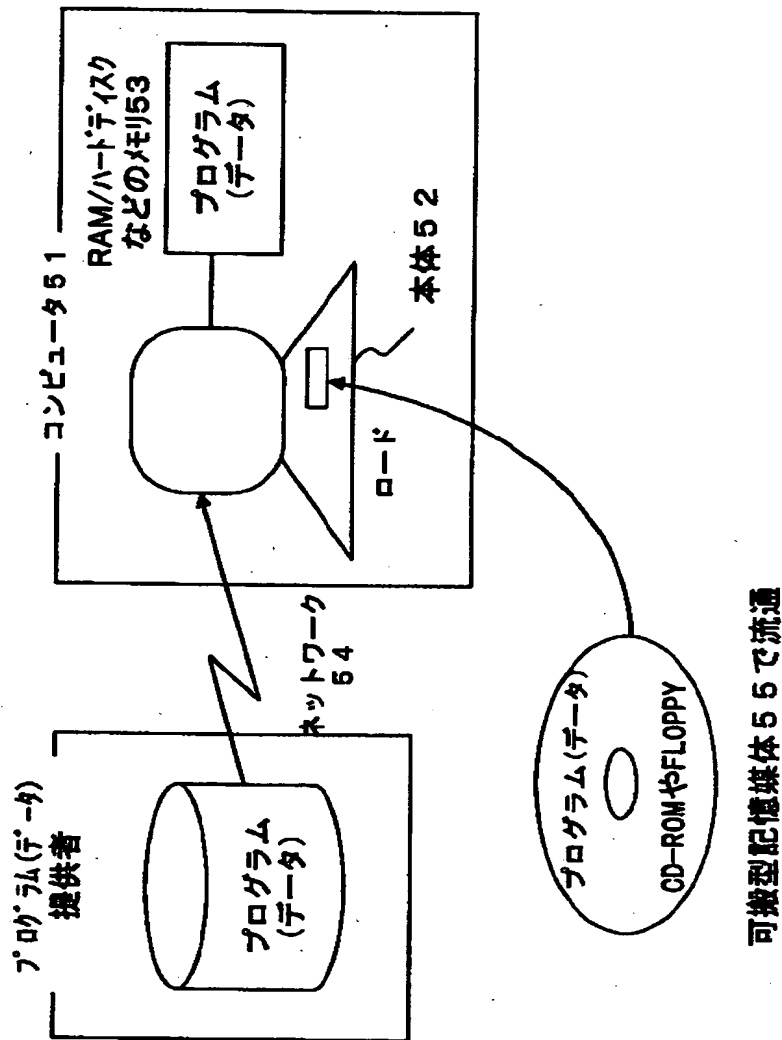
【図33】

メッシュ形状の目合わせの例を説明する図



【図34】

本実施形態におけるプログラムのコンピュータへの
ローディングを説明する図

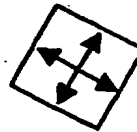


【図35】

メッシュ形状による電流計算の
相違を説明する図



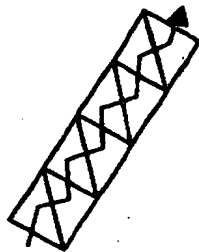
三角形の場合、頂点から対辺方向の電流が計算される。



四角形の場合、対辺方向の電流が計算される。

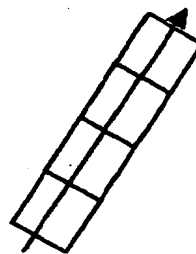
【図36】

三角形メッシュと、四角形メッシュとに
おける電流方向の相違を説明する図



三角形の場合、電流の流れが不均一となり伝搬遅延が発生。(解析精度:低)

(a)



四角形の場合、電流がスムーズに流れる。(解析精度:高)

(b)

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 電気回路装置などの金属筐体をモーメント法の電流計算に適する四角形形状のメッシュ（パッチ）に自動分割し、電磁界強度算出の解析精度を高め、処理を効率化する。

【解決手段】 電気回路装置から放射される電磁界の強度を算出する装置への入力データの作成方法において、1で電気回路装置の三次元データから金属筐体の面データを抽出し、2でその面データに対応する面を四角形の形状のメッシュに分割し、3でそのメッシュ分割データを電磁界強度算出装置に出力する。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日
[変更理由] 住所変更
住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
氏 名 富士通株式会社